

# Model Optimasi Sumber Daya Air PLTA Bakaru Dalam Mengantisipasi Perkembangan Beban Pada Sistem Kelistrikan Sulselbar

Sri Mawar Said<sup>1</sup>, Salama Manjang<sup>2</sup>, M. Wihardi Tjaronge<sup>3</sup>, Muh. Arsyad Thaha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, Makassar

<sup>3</sup>Dosen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar

**Abstrak** - Optimasi sumber daya air diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan sumber daya air yang ada pada waduk dari suatu pembangkit listrik tenaga air dapat dimanfaatkan. Sumber daya air dari suatu pembangkit listrik tenaga air sangat dipengaruhi oleh curah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai yang mendukung sumber daya air suatu PLTA. Metode yang digunakan yang berhubungan dengan potensi sumber daya air adalah ARIMA dan SVM, metode yang berhubungan dengan perkembangan beban adalah ASTAR dan metode yang berhubungan dengan Optimasi adalah WASP.

**Kata kunci** - optimasi sumber daya air, ARIMA, SVM, ASTAR, WASP

## I. Pendahuluan

Sumber daya air telah diatur dalam undang-undang Republik Indonesia No.7 tahun 2004, pada pasal 34 ayat (1), yaitu pengembangan sumber daya air untuk keperluan ketenagaan dapat dilakukan untuk memenuhi keperluan sendiri dan untuk diusahakan lebih lanjut. Ketentuan mengenai pengembangan sumber daya air untuk ketenagaan diatur lebih lanjut dengan peraturan pemerintah<sup>[1]</sup>. Pengembangan sumber daya air untuk ketenagaan adalah penggunaan potensi sumber daya air untuk keperluan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Suatu PLTA umumnya dibangun pada suatu sungai yang mempunyai terjunan air sehingga terdapat perbedaan ketinggian air antara bagian hulu sungai dengan bagian hilirnya. Semakin besar beda ketinggiannya maka akan semakin besar energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTA tersebut. Agar terdapat perbedaan ketinggian yang lebih besar pada suatu PLTA biasanya dibuat waduk dengan cara membendung aliran sungai sehingga elevasinya naik, waduk juga berfungsi untuk menampung dan menyimpan air agar dapat dimanfaatkan pada musim kemarau bilamana aliran air di sungai tidak cukup untuk mengoperasikan PLTA. Aliran air sungai yang masuk ke dalam waduk, disamping membawa air juga membawa material lainnya seperti lumpur, pasir (sedimen) sebagai hasil erosi di daerah pengaliran sungai di hulu waduk.

Hasil penelitian LPPM Unhas bekerjasama dengan PT. PLN Sektor Bakaru, menyatakan bahwa telah terjadi pendangkalan waduk akibat sedimentasi pada PLTA Bakaru yang terletak di Desa Ullusaddang, Kecamatan Lembang, Kabupaten Pinrang, Propinsi Sulawesi Selatan, rata-rata sebesar 423.800 m<sup>3</sup> pertahun. Volume sedimen yang mengendap di waduk

sebanyak 6.333.400 m<sup>3</sup> atau sekitar 91,5 persen dari volume waduk.<sup>[2]</sup>

PLTA Bakaru adalah pembangkit listrik yang energinya digunakan untuk mensuplai kebutuhan energi pada sistem kelistrikan Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat (Sistem Sulselbar). PLTA ini berkapasitas 2 x 63 MW dengan kapasitas waduk 6.919.900 m<sup>3</sup> dan diperkirakan dapat digunakan selama 50 tahun. Namun pada saat ini kemampuan PLTA dalam memproduksi energi mengalami penurunan dari tahun ke tahun, disebabkan karena waduk tidak mampu menyimpan volume air yang maksimal untuk kebutuhan PLTA.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, penulis tertarik untuk meneliti sumber daya air yang mensuplai waduk PLTA yaitu dengan membuat model optimasi sumber daya air pada PLTA, sehingga dapat diketahui dampak dari produksi PLTA terhadap perkembangan beban pada sistem kelistrikan Sulselbar.

## II. Tinjauan Pustaka

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu pembangkit yang memanfaatkan energi terbarukan berupa aliran air untuk diubah menjadi energi listrik. Keunggulan dari pembangkit ini adalah responnya yang cepat sehingga sangat sesuai untuk kondisi beban puncak maupun saat terjadi gangguan di jaringan.

### 2.1 Kapasitas Pembangkit

Daya listrik yang dapat dibangkitkan pada suatu pembangkit listrik tenaga air (PLTA) ditentukan oleh ketinggian (h) dimana air jatuh dan laju aliran airnya. Ketinggian (h) menentukan besarnya energi potensial (EP) pada pembangkit ( $EP = m \times g \times h$ ). Laju aliran air adalah volume dari air (m<sup>3</sup>) yang melalui penampang kanal air per detiknya ( $q \text{ m}^3/\text{sec.}$ ). Secara teoritis besar daya (P kW) yang tersedia dapat ditulis sebagai:  $P = 9.81 q h$

Energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTA ditentukan oleh volume air yang masuk ke dalam waduk (*reservoir*). Air yang masuk ke dalam waduk disamping mengalirkan air juga membawa material-material lain yang akan mengendap di dalam waduk, sehingga dengan berjalannya waktu, volume air yang dapat disimpan di dalam waduk menjadi berkurang, hal ini akan berdampak pada pengoperasian pembangkit.

### 2.2 Sumber Daya Air

Sumber daya air dalam waduk umumnya berasal dari daerah aliran sungai (DAS) atau biasa disebut Daerah Pengaliran Sungai (DPS) yaitu suatu kawasan yang

dibatasi oleh pemisah topografis, yang menerima, menampung, menyimpan, dan mengalirkan air ke anak sungai dan sungai utama yang bermuara ke danau atau laut. Sumber air pada DAS ditentukan oleh karakteristik daerah aliran sungai, dengan unsur-unsur berupa topografi, morfologi, sifat batuan dan tataguna lahan. Respon DAS akan mengalami perubahan jika karakteristiknya mengalami perubahan. Informasi masalah perubahan tersebut sangat penting dalam upaya pemanfaatan sumber daya air untuk PLTA.

#### a. Curah hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) millimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas curah hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan waktu tertentu, yang dapat dideteksi oleh radar cuaca berdasarkan seberapa besar pancaran energi radar yang dipantulkan oleh butiran-butiran di dalam awan dan digambarkan dengan produk reflectivity yang memiliki besaran decibel (dBZ).

#### b. Topografi

Topografi umumnya menyuguhkan relief permukaan suatu lahan yang dikelompokkan atau ditentukan berdasarkan perbedaan ketinggian (amplitude) dari permukaan bumi (bidang datar) suatu bentuk bentang lahan (landform). Secara kualitatif topografi dinyatakan sebagai betang lahan dan secara kuantitatif dinyatakan dalam satuan kelas lereng (persen atau derajat), arah lereng, panjang lereng dan bentuk lereng.<sup>(3)</sup>

Keadaan relief suatu daerah akan mempengaruhi tebal atau tipisnya lapisan tanah. Daerah yang memiliki topografi miring dan berbukit akan mempunyai lapisan tanah yang tipis karena tererosi sedangkan daerah yang topografinya datar mempunyai lapisan tanah yang tebal karena terjadi sedimentasi. Jadi penggambaran topografi dari suatu daerah tangkapan air PLTA dapat menggambarkan kondisi jumlah air hujan yang dapat diserap atau disimpan oleh massa tanah, kedalaman air tanah, besarnya erosi yang terjadi dan arah pergerakan air yang membawa bahan-bahan terlarut dari tempat yang tinggi ketempat yang rendah.

#### c. Sifat batuan

Setiap batuan memiliki sifat dari ciri khusus seperti meliputi bentuk, warna, kekerasan, kasar atau halus dan mengkilap atau tidaknya permukaan batuan. Hal ini disebabkan bahan-bahan yang terkandung dalam batuan berbeda-beda. Berdasarkan proses terbentuknya, terdapat tiga jenis batuan yaitu batuan beku (batuan magma atau vulkanik), batuan endapan (batuan sedimen) dan batuan malihan (batuan metamorf). Secara alamiah batuan di atas bumi akan mengalami

proses. Proses ini terjadi karena adanya gaya-gaya alam baik secara fisik maupun secara kimiawi yang menyebabkan terjadinya pemecahan, penghancuran dan pentrasformasian batuan dan mineral-mineral penyusunannya menjadi material lepas (regolit). Proses terjadinya pelapukan dapat digolongkan dalam 3 jenis pelapukan yaitu: pelapukan fisik, kimia dan biologis. Batuan yang mengalami pelapukan fisik maupun pelapukan kimiawi akan berubah menjadi bahan induk tanah dan dengan berjalannya waktu akan berubah menjadi tanah.

#### d. Tata guna lahan

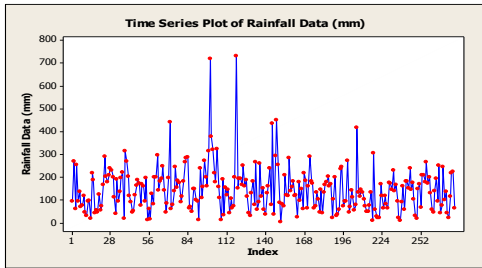
Tataguna lahan (land use) adalah suatu upaya dalam merencanakan penggunaan lahan dalam suatu kawasan yang meliputi pembagian wilayah untuk pengkhususan fungsi-fungsi tertentu, misalnya fungsi pemukiman, perdagangan, industri dan lain-lain. Penggunaan lahan adalah suatu bentuk intervensi manusia baik permanen maupun berupa sebuah siklus dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup baik material maupun spritual dari alam kompleks maupun sumber daya buatan secara bersama-sama disebut lahan (Vink, 1975). Penggunaan lahan dibatasi oleh faktor yang dipengaruhi oleh manusia dan alam. Faktor seperti vegetasi, air dan tanah merupakan faktor yang responsif terhadap intervensi manusia bahkan terkadang dapat menyebabkan terjadinya degradasi (Vink, 1975).

Perubahan penggunaan lahan merupakan alih fungsi atau mutasi lahan secara umum menyangkut transformasi dalam pengalokasian sumber daya lahan dari suatu pengguna ke pengguna lain (Tjahyati, 1997). Perubahan penggunaan lahan tidak mungkin dihindari karena pertumbuhan jumlah penduduk yang cepat menyebabkan perbandingan antara jumlah penduduk dengan lahan pertanian tidak seimbang (Asdak, 2004). Dengan demikian menyebabkan pemilikan lahan pertanian menjadi semakin sempit sehingga mulai merambah hutan dan lahan tidak produktif lainnya sebagai lahan pertanian. Perubahan penggunaan lahan akan mengubah karakteristik aliran sungai, jumlah aliran permukaan, kualitas air dan sifat hidrologi daerah yang bersangkutan (Leopold & Dunne dalam Sudadi et al., 1991).

### III. Metode Penelitian

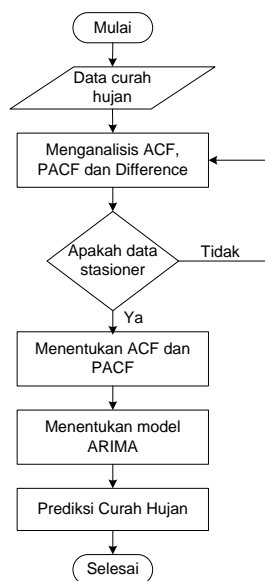
#### 3.1 Prediksi Curah Hujan

Prediksi curah hujan dilakukan dengan menggunakan data curah hujan mulai tahun 1990 sampai dengan tahun 2012, data ini berasal dari hasil pengukuran beberapa stasiun yang berada dibawah koordinasi badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data curah hujan merupakan data time series, salah satu contoh data curah hujan pada salah stasiun, digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Data curah hujan

Metode yang digunakan untuk memprediksi curah hujan adalah metode ARIMA (*Autoregressive Intergrated Moving Average*) dikembangkan secara intensif oleh George Box dan Gwilyen Jenkins. Proses prediksi curah hujan digambarkan pada gambar 2.



Gambar 2. Flow chart prediksi curah hujandengan model ARIMA

### 3.2 Prediksi Debit Air

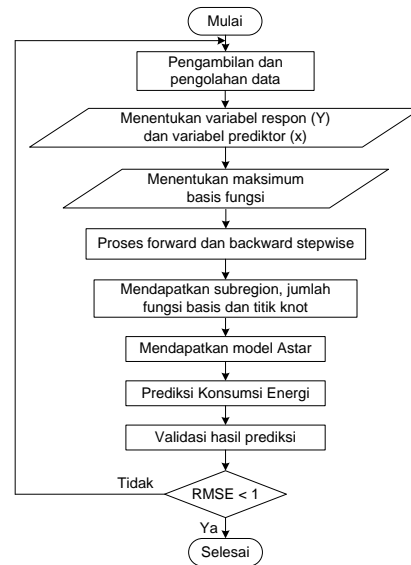
Prediksi debit air dilakukan dengan menggunakan data curah hujan, topografi, sifat batuan dan tata guna lahan sebagai variabel input. Metode yang digunakan adalah metode SVM (*Support vector Machine*).

### 3.3 Prediksi Konsumsi Energi

Prediksi konsumsi energy listrik dilakukan dengan menggunakan metode ASTAR (*Adaptive Splines Thershold Autoregression*). Sutino dan Boer (2004). Metode Astar adalah analisis deret waktu non linear yang berdasarkan algoritma regresi splines adaptif berganda atau sering dikenal sebagai Multiple Adaptive Regression Splines (MARS).

Data yang digunakan untuk memprediksi konsumsi energi adalah jumlah pelanggan, daya tersambung dan

jumlah penduduk mulai tahun 2004 sampai dengan tahun 2011, sumber data dari PT. PLN Wilayah Sulawesi Selatan dan Barat.



Gambar 3. Flow chart prediksi konsumsi energi dengan model ASTAR

### 3.4 Optimasi Sumber Daya Air

Optimasi sumber daya PLTA Bakaru dilakukan dengan memperhitungan jumlah debit air yang ada pada waduk, dengan menggunakan metode WASP dapat diketahui kemampuan dan keandalan suatu PLTA menyuplai energy pada system kelistrikan sulselbar.

### 3.5 Hasil yang Diharapkan

Penelitian ini diharapkan akan menghasilkan hal-hal sebagai berikut:

1. Menghasilkan model optimasi sumber daya air PLTA Bakaru.
2. Menghasilkan status keandalan dan kestabilan potensi sumber daya air PLTA Bakaru dalam mengantisipasi perkembangan beban pada sistem kelistrikan Sulselbar.
3. Memberikan solusi untuk mencapai tingkat keandalan dan kestabilan sistem kelistrikan Sulselbar sesuai dengan standard yang telah ditentukan.

### Daftar Pustaka

1. Pemerintah RI, "Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 tahun 2004, Tentang Sumber Daya Air", [www.bpkp.go.id/uu/filedownload/2/39/213.bpkp](http://www.bpkp.go.id/uu/filedownload/2/39/213.bpkp) diakses 7 Pebruari 2013.
2. Abdul wahid, "Model Perkembangan Laju Sedimentasi di waduk Bakaru Akibat Erosi yang Terjadi di Hulu Sub DAS Mamasa Propinsi Sulawesi Selatan", Jurnal Smartek, volume 7. N0.

- Pebruari 2009: 1-12,  
<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTER/article/view/576>, diakses 7 Pebruari 2013.
3. Sriani k. Laliyo, “Pengertian Topografi”,  
pengertian topografi.htm, diakses 22 mei 2013.
  4. Bagoes Rahmat W, “Peramalan Curah Hujan di kabupaten Ngawi menggunakan Metode Arima Box-Jenkins” <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-23642-1309030041-Presentation.pdf>, diakses 10 Juni 2013
  5. Wahyudi Sugianto, “Peramalan Beban Listrik di PT. PLN APJ Surabaya Selatan Menggunakan Metode Arima Box-Jenkins”,  
<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-23632-1309030065-Presentation.pdf>, diakses 10 Juni 2013
  6. Umi Rosyidah dkk, “Pemodelan Arima dalam Peramalan Penumpang Kerata Api pada Daerah Operasi IX Jember.  
<http://www.scribd.com/doc/110734128/> , diakses 21 Juni 2013.
  7. Sutikno, dkk. 2010. *Prakiraan Cuaca dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average, Neural Network, dan Adaptive Splines Threshold Autoregression di Stasiun Juanda Surabaya*. Jurusan Statistika FMIPA ITS.  
[http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal\\_sains](http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_sains)  
diakses pada tanggal 2 Maret 2013.